

DERWENT-ACC-NO: 1981-53909D

DERWENT-WEEK: 198130

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Laser welding different metals together - e.g. copper and nickel, using melt limit power density related to various given parameters

PATENT-ASSIGNEE: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO[TOKE]

PRIORITY-DATA: 1979JP-0142023 (November 5, 1979)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 56066394 A	June 4, 1981	N/A	000	N/A

INT-CL (IPC): B23K026/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 56066394A

BASIC-ABSTRACT:

The laser beam is radiated onto the lapped metal plates from the upper plate to the lower plate and the melt limit power density (P) of the upper plate to be irradiated by the beam at first is lower than that of the other plate.

The melt limit power density (P) is defined by formula (I) where K is the heat conductivity of metal plates, k is the thermal diffusion coefficient of the plates, R is the reflection factor of plates against a beam, t is the pulse width of the laser beam, Tm is the melting point of the plates, and a is the radius of a spot laser beam.

TITLE-TERMS: LASER WELD METAL COPPER NICKEL MELT LIMIT POWER DENSITY RELATED VARIOUS PARAMETER

DERWENT-CLASS: M23 P55

CPI-CODES: M23-D05;

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—66394

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 23 K 26/00

識別記号

庁内整理番号  
7356—4E

⑭ 公開 昭和56年(1981)6月4日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑮ 異種材料のレーザ溶接方法

浦電気株式会社生産技術研究所  
内

⑯ 特 願 昭54—142023

⑰ 出 願 人 東京芝浦電気株式会社

⑱ 出 願 昭54(1979)11月5日

川崎市幸区堀川町72番地

⑲ 発 明 者 石田修一

⑳ 代 理 人 弁理士 則近憲佑 外1名

川崎市幸区小向東芝町1 東京芝

明 細 書

1. 発明の名称

異種材料のレーザ溶接方法

2. 特許請求の範囲

異種材料を重ね合せこれら材料のどちらか一方からパルスレーザビームを照射する異種材料のレーザ溶接方法において、上記各材料の溶融限界パワー密度を

$$P = \frac{T_m \cdot K \cdot \sqrt{\pi}}{(1-R) \cdot \tan^{-1} \left( \frac{4kl}{a^2} \right)^{1/2}} \quad \text{なる式}$$

(ただしKは材料の熱伝導率、 $k$ は同じく熱拡散率、Rはレーザビームに対する反射率、 $T_m$ は同じく融点、 $l$ はレーザビームのパルス幅、 $a$ はレーザビームのスポット半径である。)にて求め、この溶融限界パワー密度の低い方の材料からレーザビームを照射することを特徴とする異種材料のレーザ溶接方法。

3. 発明の詳細な説明

この発明は異種材料のレーザ溶接方法に関する。従来、異種材料を重ね合せてレーザ溶接する場合、レーザビームを照射する側を、材料個々の融

点に注目して決めていた。しかしながら、同一エネルギーのもとでのレーザビームの照射では、材料それぞれの溶融状態が異なるため、融点によってレーザビーム照射側を決めて行う方法では、重ね合せの下側になる材料が溶融するまでに時間がかかり過ぎ、効率が悪くなることはもちろん、溶接強度にも悪影響を及ぼしていた。

この発明は上記事情に鑑みなされたもので、レーザビームの照射を受ける材料の熱伝導率、熱拡散率等各因子およびレーザビームの各因子から求められる溶融限界パワー密度の低い材料をレーザビームの照射側に配置することによって、効率の良いレーザ溶接方法を提供するにある。

以下、図面に基いてこの発明を説明する。

レーザを熱源として用いた場合の重ね合わせ溶接機構について実験的に検討した結果次のような実験結果が得られた。

(1)第1図に示すように、被加工物(1)にある値以上のエネルギーをもつ照射レーザビーム(2)を照射すると、照射部はレーザビームによって加熱溶融さ

れるとともに、溶融部(3)においてひきおこされる蒸発現象によりいわゆるキーホール(4)と呼ばれる被加工物(1)を貫通したビーム孔が形成され、このキーホール(4)を介して被加工物中を透過していくレーザビーム、すなわち透過ビーム(5)が存在する。レーザビームの発出端としてフォトマルを用いて観察した照射ビームの波形と透過ビームを波形の一例を第2図に示す。

(4)重ね合わせ溶接においてレーザビームを照射する側の被加工物を部材Ⅰ(6)、部材Ⅰと溶接するため部材Ⅰに接して置かれている被加工物を部材Ⅱ(7)とし、レーザビームの照射エネルギーと部材Ⅰ(ステンレス鋼)の厚さを変化量として選びまた、焦点はずし距離6mmのもとで第1表に示す溶接に関連の深い諸現象の発生限界に対応する照射エネルギー( $E_i$ )の大きさを求めていった結果、第3図に示すように、斜線で示す適正溶接条件範囲の上限を穴づまり限界( $E_c$ )、またはスプラッシュ発生限界( $E_s$ )で与え、下限を重ね合わせ溶接限界( $E_D$ )で与える時、適正溶接条件範囲において、

(3)

部材Ⅰと部材Ⅱの重ね合わせ溶接は部材ⅠとⅡに溶融部が形成され、これらが一体化した後、凝固することによって完了するものである。故に部材Ⅱの溶融は重ね合わせ溶接の良否を決定する重要なプロセスであり、このプロセスに関与するエネルギーとして、第4図に示すように部材Ⅰに形成されるキーホール(4)を介して直接部材Ⅱの加熱に関与するビームエネルギー( $E_T$ )と部材Ⅰに形成された溶融部が部材Ⅱに接触することにより形成される接触部分を介して熱伝導により伝達されるエネルギー( $E_{HC}$ )の2つがあることが以上の実験結果より明らかになった。 $E_T$ を実測し、 $E_{HC}$ を式(1)より求め、 $E_{HC}$ の部材Ⅱの溶融に関与する比率 $r_{HC} = E_{HC}/(E_{HC}+E_T)$ を求めた1例を第5図に示す。(但し材料の種類はステンレス鋼、焦点はずし距離6mm)

$$E_{HC} = \frac{1}{\eta} V_{II} - E_T \quad \dots\dots\dots (1)$$

$\eta$  : 溶融効率  $\eta \equiv (V_I + V_{II})/E$

$V_I$  : 部材Ⅰの溶融凝固部の体積

$V_{II}$  : 部材Ⅱの溶融凝固部の体積

(5)

部材Ⅱがレーザビームによる直接加熱を受ける条件範囲(領域Ⅰ)とレーザビームによる直接加熱がなく部材Ⅰに形成される溶融部の部材Ⅱへの接触に伴う熱伝導によってのみエネルギーが伝達される条件範囲(領域Ⅱ)の2つが存在する。

第 1 表

穴づまり限界エネルギー( $E_c$ )	$E_c$ より照射エネルギー( $E_i$ )が大きい時、部材Ⅰにおいて溶融物の蒸発除去や溶け落ちが発生することを意味する
スプラッシュ発生限界エネルギー( $E_s$ )	スプラッシュの発生する照射エネルギーの下限を与える値
キーホール発生限界エネルギー( $E_k$ )	部材Ⅰに加工時に形成されるビーム孔が部材Ⅱを貫通してキーホールを形成するために必要な照射エネルギーの下限を与える値
重ね合わせ溶接限界エネルギー( $E_w$ )	所定の厚さの部材Ⅰに対して重ね合わせ溶接が可能な照射エネルギーの下限を与える値
Full Penetration限界エネルギー( $E_p$ )	所定の厚さの部材Ⅰにおいて加工時に形成される溶融部が貫通するのに必要な照射エネルギーの下限を与える値

(4)

$E : E \equiv E_i - E_m$  (部材Ⅰ、部材Ⅱに吸収されたエネルギー)

$E_m$  : 部材Ⅰの表面を溶融するのに必要な照射エネルギー  $E_i$  の下限を示す値

第5図において、照射エネルギーの上限をスプラッシュ発生限界で与える適正溶接条件範囲においては、 $r_{HC}$ は0.6以上となり、部材Ⅱの溶融に $E_{HC}$ すなわち部材Ⅰ溶融部の部材Ⅱへの接触により熱伝導によって部材ⅠからⅡへ伝達されるエネルギーの果たす役割が非常に大きいことがわかる。このことはレーザによる重ね合わせ溶接においては部材Ⅰにおいて十分な大きさの部材Ⅱを貫通する溶融池を形成することが、効率よく溶接を行なうためにもっともよい方法であることを意味し、異種材料のレーザによる重ね合わせ溶接において、溶融しやすい方の材料、すなわち、同一エネルギーの照射レーザビームに対し、効率よく溶融池を形成する方の材料をレーザビームの照射側に配して溶接を行なうことが効率のよい溶接方法であることを意味する。

(6)

レーザービームを熱源とした場合の材料の溶融のしやすさは(2)式の溶融限界パワー密度 $p$ を求めることにより判断することができる。

$$P = \frac{T_m \cdot K \cdot \sqrt{\pi}}{(1-R)a \tan^{-1} \left( \frac{4kl}{a^2} \right)^{1/2}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

ただし、

$T_m$  : 対象とする材料の融点

$K$  : 同じく熱伝導率

$k$  : 同じく熱拡散率

$R$  : 同じく熱源であるレーザービームに対する反射率

$l$  : レーザビームのパルス幅

$a$  : 同じくスポット半径

(2)式より求まる溶融限界パワー密度は、ビームのスポット半径 $a$ 、レーザービームのパルス幅 $l$ の加熱条件下において、加工しようとする材料の表面を溶融するために必要なパワー密度の下限を与える値であり、溶融限界パワー密度が低いほど溶融しやすいことを意味する。

この発明の利点をNi(ニッケル)とCu(銅)

(7)

ビームの1パルス当りエネルギーは1.8J, Cuをレーザー照射側に位置させた場合8Jのエネルギーが必要であるという結果が得られた。すなわち、この発明にもとづいて、異種材料の重ね合わせ溶接における材料の配置を考えることにより、溶接を行なうのに必要とされるエネルギーを大きく節減することができる。パルスレーザーの加工機において、1パルス当りのエネルギーを節減できることは繰り返し通し数を大きくとれることを意味し、これにより生産性の向上を計ることができる。また、従来方法の1つである融点に注目して配座を考える時、融点の低いCuをレーザービームの照射側に位置させることになり、この発明とは逆の全く効率の悪い溶接を行なう結果になることがわかる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はレーザービーム照射による材料の溶融状態を説明する図、第2図は照射ビームと透過ビームの波形図、第3図は重ね合せ溶接における照射側になる材料の適正溶接条件範囲を示す図、第4図はこの発明の重ね合せ溶接を示す図、第5図は

(9)

のYAGレーザー(波長1.06 $\mu$ m)による重ね合わせ溶接を一例にとって説明する。Niの溶融限界パワー密度を $P(Ni)$ , Cuの溶融限界パワー密度を $P(Cu)$ とする時、上記(2)式に第2表に示すNiとCuの物理定数と、レーザービームの $a = 0.02$ cm,  $t = 8$ ms という加熱条件を与えることにより、それぞれ

$$P(Ni) = 3.0 \times 10^5 \text{ W/cm}^2,$$

$$P(Cu) = 2.6 \times 10^6 \text{ W/cm}^2 \text{ という値を得る。}$$

第 2 表

	$T_m$ (C)	$K$ (W/cmC)	$R$	$k$ ( $\text{cm}^2/\text{sec}$ )
Ni	1453	0.924	0.7	0.225
Cu	1083	3.952	0.9	1.122

本発明にもとづく方法によれば、上記の $P(Ni)$ ,  $P(Cu)$ の値より、Niをレーザー照射側に配した方が効率よく溶接ができることになる。焦点距離70mmの集光レンズを用い、厚さ200 $\mu$ mのNiとCuの薄板の重ね合わせ溶接をレンズの焦点位置で行なった結果Niをレーザー照射側に位置させた場合、重ね合わせ溶接を行なうために必要な最低のレーザー

(8)

非照射側になる材料の溶融に関与する比率を示す図である。

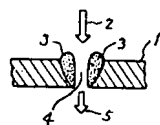
(6) … 部材 I

(7) … 部材 II

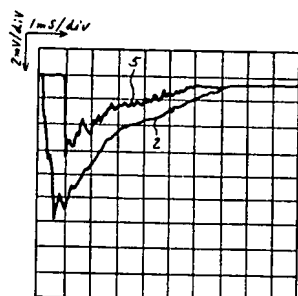
(Ei) … 照射エネルギー

代理人 弁理士 則 近 憲 佑  
(ほか1名)

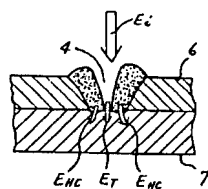
第 1 図



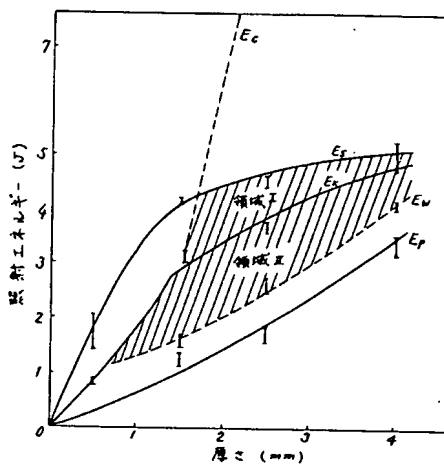
第 2 図



第 4 図



第 3 図



第 5 図

